

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-276604  
(43)Date of publication of application : 06.12.1991

(51)Int.Cl.

H01F 37/00  
H01F 17/00

(21)Application number : 02-075409

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 27.03.1990

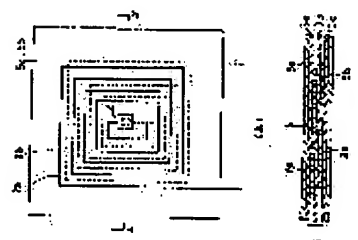
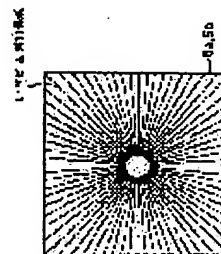
(72)Inventor : MIZOGUCHI TETSUHIKO  
HASEGAWA MICHIO  
HIRAI TAKATOMO  
KOBAYASHI TADAHIKO  
SAHASHI MASASHI

## (54) PLANE INDUCTOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce high frequency loss of a ferromagnetic layer, and prevent the efficiency degradation when the layer is applied to a DC-DC converter or the like whose operating frequency is 50kHz or higher, by providing the magnetic layer with two or more kinds of regions whose magnetic characteristics are different.

**CONSTITUTION:** Spiral coils 2a, 2b are formed on both surfaces of an insulating layer 3 of a planar type coil 1, and connected in the manner in which currents flow in the same direction in the coils 2a, 2b through a through hole 4. Insulating layers 3a, 3c and ferromagnetic layers 5a, 5b are laminated in order on both surfaces of the planar type coil 1, thereby forming a plane inductance. Said layers 5a, 5b have two or more kinds of regions whose magnetic characteristics are different, and are formed as follows; for example, a part of amorphous magnetic substance is selectively irradiated with an energy beam for heating like laser, thereby forming the pattern of a region whose magnetic characteristics are different from the original amorphous phase. The plane inductance of the above constitution is excellent in high frequency loss, and largely contributes to the reduction of high frequency loss of a small-sized power supply like a DC-DC converter.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-276604

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

H 01 F 37/00  
17/00

識別記号

Z  
B

庁内整理番号

8935-5E  
8123-5E

⑭ 公開 平成3年(1991)12月6日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 平面インダクタ

⑯ 特 願 平2-75409

⑰ 出 願 平2(1990)3月27日

⑱ 発 明 者 溝 口 徹 彦 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内

⑲ 発 明 者 長 谷 川 迪 雄 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内

⑳ 発 明 者 平 井 隆 大 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内

㉑ 発 明 者 小 林 忠 彦 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内

㉒ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉓ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外3名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

平面インダクタ

2. 特許請求の範囲

平面状コイル、絶縁層及び強磁性体層を有する平面インダクタにおいて、前記強磁性体層が磁気特性の異なる2種以上の領域を有することを特徴とする平面インダクタ。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は平面インダクタに関する。

(従来技術)

従来より、平面インダクタとして、例えばスパイラル状又はつづら折れ状の導体を用いた平面状コイルの両面に絶縁層及び強磁性薄膜を順次積層した構造を有するものが知られている。このような平面インダクタは、例えばDC-DCコンバータなどの出力側チョークコイルに適用される。この場合、平面状コイルには直流が重畳された高

周波電流が流れ、これにより生じる磁束は強磁性体層の内部を通過する。この交番磁束による強磁性体の高周波損失を低減することは、平面インダクタひいてはDC-DCコンバータの効率を向上するうえで極めて重要である。

また、近年は、電子機器の小形化への要求に伴い、これらに内蔵されるDC-DCコンバータなどの電源も小形化が強く望まれるようになってきている。このため、動作周波数の増加傾向が著しく、スイッチング電源の一部では1MHz動作のものも現われ始めている。このような状況下において、強磁性体内部の高周波損失を低減することは、以前にも増して重要な技術課題となっている。

(発明が解決しようとする課題)

本発明は前記課題を解決するためになされたものであり、強磁性体層の高周波損失を少なくし、動作周波数が50kHz以上のDC-DCコンバータなどに適用されても効率が低下することのない平面インダクタを提供することを目的とする。

## 特開平3-276604(2)

## 【発明の構成】

(課題を解決するための手段と作用)

本発明の平面インダクタは、平面状コイル、絶縁層及び強磁性体層を有する平面インダクタにおいて、前記強磁性体層が磁気特性の異なる2種以上の領域を有することを特徴とするものである。

本発明の平面インダクタにおける平面状コイルとしては、例えば絶縁層の表面及び裏面にスパイラル状に導体を設けて各導体をスルーホールを通して接続した構造の2層スパイラルコイルが挙げられる。なお、端子の取出しに支障が生じなければ、スパイラル状の導体が1層だけのスパイラルコイルでもよい。また、導体の形状はスパイラル状に限らず、つづら折れ状でもよい。平面インダクタは、このような平面状コイルに絶縁層及び強磁性体層を順次積層することにより構成される。なお、バランス上、絶縁層及び強磁性体層はコイルの両面に設けることが好ましい。

前述した構造の平面インダクタはいわゆる外鉄型であるが、本発明における平面インダクタはこ

れに限定されない。例えば、強磁性体層の両面に絶縁層を積層し、その周囲に平面状にコイルを形成した構造を有する、いわゆる内鉄型の平面インダクタを構成してもよい。

また、平面状コイルを積層するとインダクタンスが増大して入出力電圧が増大するが、この場合平面状コイル間には絶縁層のみを介在させ、強磁性体層を介在させないことが望ましい。これは、平面状コイル間に強磁性体層を介在させてもインダクタンスの増大にはほとんど寄与せず、かえって平面インダクタ全体の厚さを増大させて単位体積当りの性能を低下させるためである。

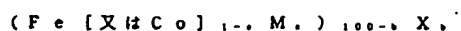
本発明において、強磁性体層の飽和磁化 $4\pi M_s$ は、直流重量特性の点から大きいことが望ましく、10kG以上であることが望ましい。

本発明において、強磁性体層(積層体の場合には各層の強磁性体層)の厚さは、100 $\mu$ m以下であることが望ましい。これは、一般に平面インダクタをDC-DCコンバータなどに適用し10kHz以上の周波数帯で使用することを前提とした場合、

強磁性体層の厚さが100 $\mu$ mを超えると表皮効果によって磁束は内部まで入らなくなり、強磁性体層の厚さが増加した割にはインダクタンスは増加せず、単位体積当りのインダクタンスはかえって低下し、インダクタの性能が低下するためである。なお、強磁性体層の厚さは0.1 $\mu$ m以上であることが望ましい。これは、強磁性体層の厚さが0.1 $\mu$ m未満であると、スパイラル状導体コイルに電流が流れることによって生じる磁束がすべて通るのに必要な断面積が得られないために漏れ磁束が多くなってインダクタンスが著しく低下し、単位体積当りのインダクタンス値が低下するためである。

本発明において、前記強磁性体層としては、10kHzにおける実効透磁率 $\mu_{eff}$ が $1 \times 10^4$ 以上であるものが望ましい。このような強磁性体層を用いれば、高インダクタンスの平面インダクタを得ることができる。

本発明において用いられる強磁性体層としては、例えば一般式



(ただし、MはTi、V、Cr、Mn、Co [又はFe]、Ni、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、Cuのうち少なくとも1種、XはSi、B、P、C、Ge、Alのうち少なくとも1種、 $0 \leq a \leq 0.15$ 、 $12 \leq b \leq 90$ )で表わされる非晶質合金薄帯が用いられる。

この非晶質合金薄帯を構成する各元素の作用及び組成について説明する。

Mは高周波領域における透磁率の向上及び結晶化温度の上昇に寄与する成分である。 $a > 0.15$ の場合にはキュリー温度が低くなりすぎ、実用上好ましくない。

Xは非晶質化に必須の元素である。ただし、実用上、熱安定性を考慮した場合、SiとBとの組み合わせが好ましい。なお、 $b < 12$ 及び $b > 28$ では非晶質化が困難となるため、 $12 \leq b \leq 28$ が好ましく、更に $15 \leq b \leq 25$ が好ましい。このうちSiは2~13%、更に2~8%であることが好ましい。

このような組成を有する非晶質合金の大部分は10kG以上の飽和磁化を有し、最適通取り熱処理

## 特開平3-276604(3)

によって、 $1 \times 10^4$  以上の実効透磁率が得られる。

本発明において、強磁性体層は磁気特性の異なる2種以上の領域を有する。このような強磁性体層は、例えば非晶質磁性体の一部に選択的にレーザーなどの加熱用エネルギービームを照射して元の非晶質相と磁気特性の異なる領域のパターンを形成することにより作製することができる。例えば、レーザービーム径を $1\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 程度とし、これを走査して非晶質磁性体に照射する。この場合、レーザービームが照射された領域では、成膜されたままの非晶質相が構造緩和されるか、又は熔融急冷により、元の非晶質相とは磁気特性の異なる非晶質相又は結晶質相が形成される。

このような方法により、元の非晶質相では大きな磁区が、レーザービーム照射後には細分化されて磁区制御が行われる。また、部分的なアニール又は熔融に起因する残留内部応力により、未変性部分である主相に応力誘起の磁気異方性が導入されることにより、磁区制御が行われるということも考えられる。この結果、強磁性体層の高周波損失

が減少するものと考えられる。

本発明において、強磁性体層に形成される磁気特性の異なる2種以上の領域は、パターン化されていることが望ましい。例えば、非晶質磁性体の中心部から周囲に向かって放射状にレーザー照射するか、又は非晶質磁性体に同心円状又は同心正方形にレーザー照射した場合、高周波損失を低減するのに有効である。

## (実施例)

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

## 実施例1～3、比較例1～3

第1図(A)、(B)に示す単層タイプの平面インダクタを作製した。なお、同図(A)はこの平面インダクタの平面図であり、同図(B)は同図(A)のA-A'線に沿う断面図である。

この平面インダクタの構造を説明する。第1図(A)及び(B)において、平面状コイル1は絶縁層3bの両面にスパイラルコイル2a、2bを設け、これらスパイラルコイル2a及び2bをスルーホ

ール4を通して各スパイラルコイル2a、2bに同方向の電流が流れるように接続した構造を有している。ここで、第1図(A)中の実線及び破線はそれぞれ絶縁層3bの表面側及び裏面側にあるスパイラルコイル2a、2bの中心の軌跡を表わしている。この平面状コイル1の両面に、絶縁層3a、3c及び強磁性体層5a、5bが順次積層されることにより平面インダクタが構成されている。

この平面インダクタは以下のようにして作製される。 $25\mu\text{m}$ 厚のポリイミドフィルム(絶縁層3b)の両面に $100\mu\text{m}$ 厚のCu箔を両張りして中央部のスルーホール4を通して接続した両面FPC板(フレキシブルプリント回路板)を用意し、両面のCu箔をエッチングして外周部の寸法が $11\text{mm} \times 11\text{mm}$ 、コイル線幅 $200\mu\text{m}$ 、コイルピッチ $250\mu\text{m}$ 、コイル巻線数40回(各面20回)のスパイラルコイル2a、2bに加工して、平面状コイル1を作製した。この平面状コイル1の両面を $7\mu\text{m}$ 厚さのポリイミドフィルム(絶縁層3a、3c)を介して

1辺の長さ $15\text{mm}$ の正方形の非晶質磁性体(強磁性体層5a、5b)で挟むことにより平面インダクタを作製した。

## 実施例1

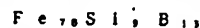
単ロール法により作製された、



なる組成を有し、平均厚さ $16\mu\text{m}$ 、幅 $25\text{mm}$ の非晶質合金薄帯から1辺の長さ $25\text{mm}$ の正方形に切り出した。第2図に示すように、YAGレーザを用い、この非晶質合金薄帯の中心から周囲に向かって放射状に、ビーム径 $50\mu\text{m}$ のレーザービームを角度 $5^\circ$ の間隔で $10\text{m}/\text{min}$ の走査速度で照射した。これを強磁性体層として用いた。

## 実施例2

単ロール法により作製された、

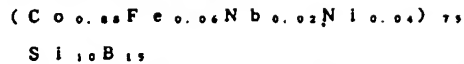


なる組成を有する非晶質合金薄帯を用い、炭酸ガスレーザからビーム径 $100\mu\text{m}$ のレーザービームを照射したこと以外は実施例1と同様な条件で処理を施して、これを強磁性体層として用いた。

## 特開平3-276604 (4)

## 実施例3

単ロール法により作製された、



なる組成を有する非晶質合金薄帯を用い、レーザービームの照射角度間隔を $1^\circ$ としたこと以外は実施例1と同様な条件で処理を施して、これを強磁性体層として用いた。

## 比較例1～3

レーザー照射を行わなかった以外は、実施例1～3と同じ条件で作製した非晶質合金薄帯を強磁性体層として用いた。

これら実施例1～3及び比較例1～3の平面インダクタについて、インダクタンス $L$ 及び性能指数 $Q$ の周波数依存性を第5図～第7図に示す。第5図～第7図から明らかなように、磁気特性の異なる2種の領域をパターン化して形成した本発明の平面インダクタは、高周波域における性能指数 $Q$ が、従来の平面インダクタよりも大幅に増加しており、高周波特性が改善されている。

における平面インダクタを構成する強磁性体層にレーザービーム照射により形成されたパターンの説明図、第5図は本発明の実施例1及び比較例1の平面インダクタについてインダクタンス $L$ 及び性能指数 $Q$ の周波数依存性を示す特性図、第6図は本発明の実施例2及び比較例2の平面インダクタについてインダクタンス $L$ 及び性能指数 $Q$ の周波数依存性を示す特性図、第7図は本発明の実施例3及び比較例3の平面インダクタについてインダクタンス $L$ 及び性能指数 $Q$ の周波数依存性を示す特性図である。

1…平面状コイル、2a、2b…スパイラルコイル、3a、3b、3c…絶縁層、4…スルーホール、5a、5b…強磁性体層。

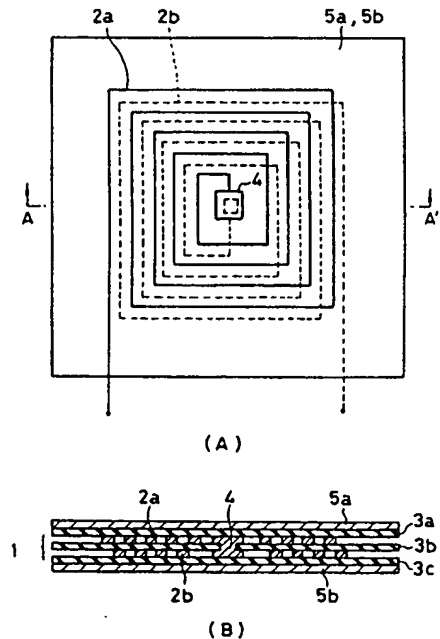
また、前記実施例では強磁性薄帯として非晶質合金薄帯に中心から周囲に向かって放射状にレーザービームを照射したものをを用いているが、第3図及び第4図に示すように、非晶質合金薄帯に例えば $0.5\text{mm}$ 間隔で同心円状又は同心正形状にレーザービームを照射したものをを用いた場合にも、第5図～第7図と同様な結果が得られることが確認された。

## 【発明の効果】

以上詳述したように本発明の平面インダクタは、高周波損失が少なく、DC-DCコンバータなど小形電源の高周波低損失化に大きく寄与するものである。

## 4. 図面の簡単な説明

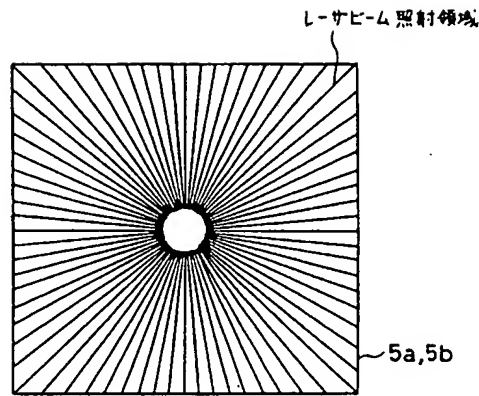
第1図(A)は本発明の実施例における平面インダクタの平面図、同図(B)は同図(A)のA-A'線に沿う断面図、第2図は本発明の実施例における平面インダクタを構成する強磁性体層にレーザービーム照射により形成されたパターンの説明図、第3図及び第4図はそれぞれ本発明の他の実施例



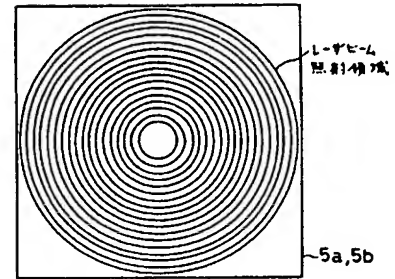
第1図

出願人代理人 弁理士 鈴江武彦

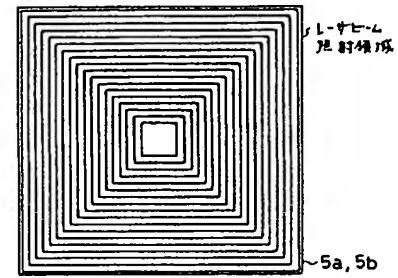
特開平3-276604(5)



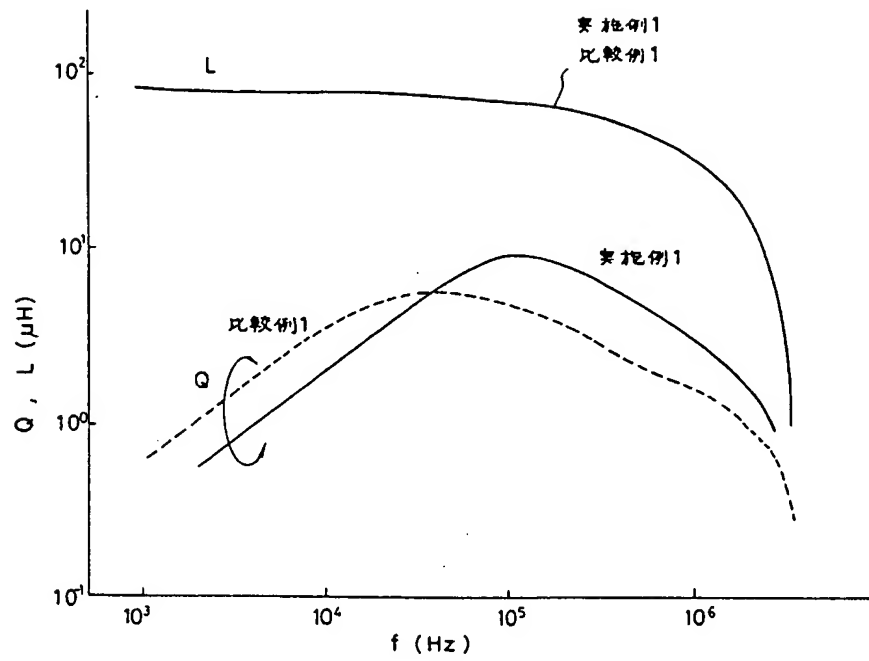
第 2 図



第 3 図

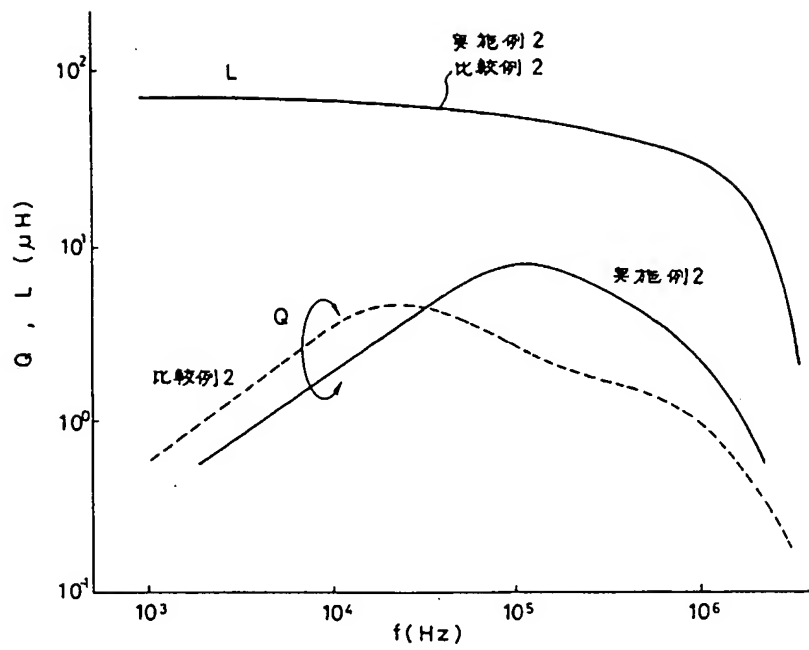


第 4 図

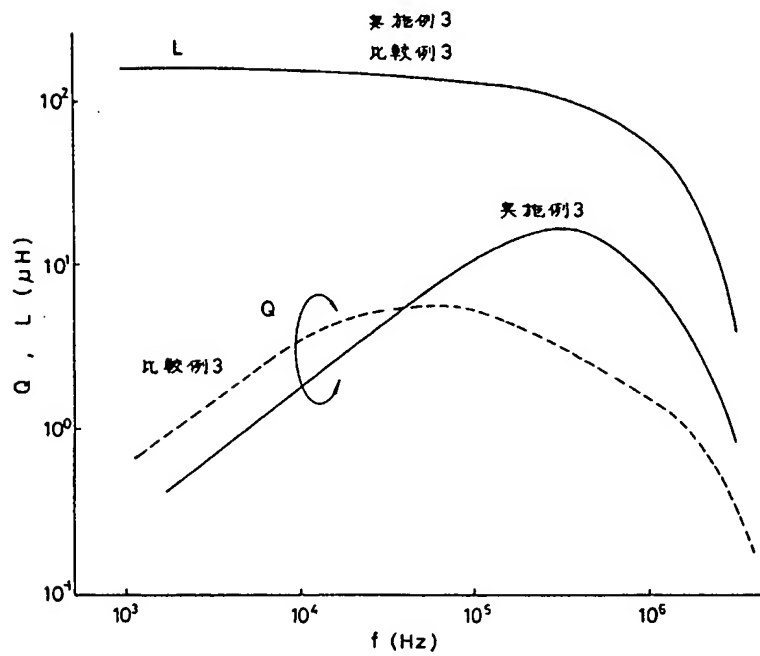


第 5 図

特開平3-276604(6)



第 6 図



第 7 図

特開平3-276604(7)

第1頁の続き

⑦発明者 佐橋 政司 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内